



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0057198
(43) 공개일자 2018년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 33/26 (2010.01) H01L 33/12 (2010.01)

H01L 33/44 (2010.01) H01L 51/50 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 33/26 (2013.01)

H01L 33/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0155554

(22) 출원일자 2016년11월22일

심사청구일자 2016년11월22일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김준호

서울특별시 성북구 안암로 145, BK21Plus 창의부품 소재사업단

성태연

서울특별시 서초구 신반포로33길 64, 1동 506호

(74) 대리인

정은열

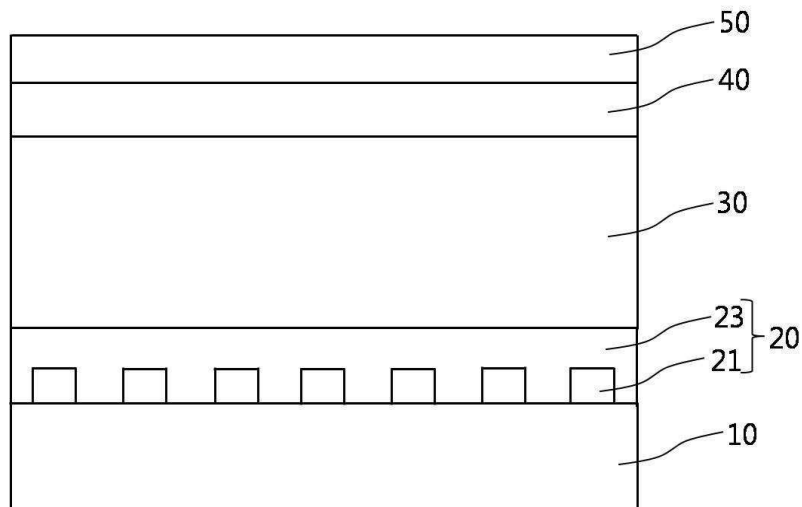
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 페로브스카이트 발광소자

(57) 요약

본 발명은 페로브스카이트 발광소자에 관한 것으로서, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자는 기판(10), 기판(10) 상(on)에 배치되고 다수의 관통공을 구비하는 메쉬 형태의 메탈 메쉬층(21), 및 메탈 메쉬층(21)을 커버하며 관통공에 충전되는 버퍼층(23)을 포함하는 메탈 메쉬 코팅층(20), 및 메탈 메쉬 코팅층(20)과 대향하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는 발광층(30)을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 33/44 (2013.01)

H01L 51/502 (2013.01)

H01L 2924/12041 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10049601

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 벤처형 전문소재기술개발사업

연구과제명 OLED조명을 위한 flexible 기관용 광추출 효율이 2.0배 향상된 flexible 전도성 광추출 기
관 기술 개발

기 여 율 50/100

주관기관 덕산하이메탈(주)

연구기간 2014.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 s2317456

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원(KIAT)

연구사업명 WC300 프로젝트 R & D 기술개발지원사업

연구과제명 자동차용 디자인프리 OLED 조명을 위한 100 lm/W 효율 구현이 가능한 일체형 리버스-전사
공정기술 기반의 투명 전도성 광전 복합기관 소재 및 공정 기술 개발

기 여 율 50/100

주관기관 덕산하이메탈(주)

연구기간 2015.07.01 ~ 2018.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상(on)에 배치되고 다수의 관통공을 구비하는 메쉬 형태의 메탈 메쉬층, 및 상기 메탈 메쉬층을 커버하며 상기 관통공에 충전되는 버퍼층을 포함하는 메탈 메쉬 코팅층; 및

상기 메탈 메쉬 코팅층과 대향하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는 발광층;

을 포함하는 페로브스카이트 발광소자.

청구항 2

기관;

상기 기관 상(on)에 배치되고 다수의 관통공을 구비하는 메쉬 형태의 메탈 메쉬층, 상기 관통공에 충전되는 평탄층, 및 상기 메탈 메쉬층 및 상기 평탄층 상에 형성되는 버퍼층을 포함하는 메탈 메쉬 코팅층; 및

상기 메탈 메쉬 코팅층과 대향하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는 발광층;

을 포함하는 페로브스카이트 발광소자.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 기관은 플렉시블 기관인 페로브스카이트 발광소자.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 메탈 메쉬층은 Ag, APC(Ag-Pb-Cu), Au, Al, Ti, Ni, Mo, W, Ta, In, Cr, Fe, Zn, 및 Cu 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지는 페로브스카이트 발광소자.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 버퍼층은 산화물층, 유기물층, 또는 질화물층인 페로브스카이트 발광소자.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 버퍼층은 전자 전달이 가능하도록, ZnO, IGZO, TiO₂, Nb₂O₅, 및 GaN 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지는 페로브스카이트 발광소자.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 버퍼층은 전공 전달이 가능하도록, MoO_3 , Cu_xO , WO_3 , V_2O_5 , NiO , CrO , GaN , 및 PEDOT:PSS 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어지는 페로브스카이트 발광소자.

청구항 8

청구항 2에 있어서,

상기 평탄층은 폴리머 또는 전도성 고분자로 이루어진 페로브스카이트 발광소자.

청구항 9

청구항 2에 있어서,

상기 평탄층 내에 분산 배치되는 산화물 나노입자;

를 더 포함하는 페로브스카이트 발광소자.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 산화물 나노입자는 TiO_2 또는 ZnO 로 이루어진 페로브스카이트 발광소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 페로브스카이트 발광소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 가장 주목받는 디스플레이는 유기발광다이오드(OLED)이다. OLED는 형광성 유기 화합물에 전류가 흐르면 빛을 내는 자체발광현상을 이용하여 만든 디스플레이로서, 화질 반응속도가 매우 우수하여 동영상 구현할 때 잔상이 거의 나타나지 않는다. 그러나 이러한 OLED의 뛰어난 발광효율에도 불구하고, 가격이 비싸고 색순도가 낮다는 문제점이 지적되면서 OLED를 이을 새로운 디스플레이에 대한 연구가 진행 중이다.

[0004] 그 결과로서, 최근에 하기 선행기술문헌의 특허문헌에 개시된 바와 같이, 페로브스카이트 발광소자(PeLED)가 개발되었다. 종래 페로브스카이트 발광소자는 도 1에 도시된 바와 같이, 기판(1), 투명전극(2), 정공주입층(3), 발광층(4), 전자주입층(5), 및 금속전극층(6)이 순차적으로 적층되는 구조로 이루어지고, 여기서 발광층(4)은 페로브스카이트 물질로 형성된다. 이러한 페로브스카이트 발광소자는 OLED 수준의 효율을 가지고, 가격도 OLED의 10분의 1 수준이며, 색순도가 훨씬 뛰어나기 때문에 차세대 디스플레이로서 주목을 받고 있다.

[0005] 그러나 종래 페로브스카이트 발광소자의 투명전극으로 사용되는 인듐 주석 산화물 (Indium Tin Oxide, ITO) 전극의 경우에, 상부의 발광층에서 정공 수송을 위한 PEDOT:PSS 층이 산성을 띄는 물질이라서 ITO의 In을 녹여내는 문제가 있다. 또한, ITO는 높은 열처리를 통하여, 광학적·전기적 특성을 나타내므로, 플렉서블한 폴리머 기판에 사용할 수 없고, 무기물인 ITO의 특성상 연성이 부족하여 구부러질 때에 크랙(crack)이 발생한다. 게다가, ITO의 소재인 인듐 자체가 희소금속이므로, 자원 고갈의 우려가 있고, 매년 가격이 폭등하여 제조비용이 상승하

는 문제도 있다.

[0006] 이에, 종래 페로브스카이트 발광소자의 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) KR 2016-0055091 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 일 측면은 메탈 메쉬층에 버퍼층이 형성된 투명전극이 외부광에 대한 반사특성을 개선하고, 버퍼층이 전자전달층 또는 정공전달층의 역할을 수행하는 페로브스카이트 발광소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자는 기판; 상기 기판 상(on)에 배치되고 다수의 관통공을 구비하는 메쉬 형태의 메탈 메쉬층, 및 상기 메탈 메쉬층을 커버하며 상기 관통공에 충전되는 버퍼층을 포함하는 메탈 메쉬 코팅층; 및 상기 메탈 메쉬 코팅층과 대향하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는 발광층;을 포함한다.

[0012] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자는 기판; 상기 기판 상(on)에 배치되고 다수의 관통공을 구비하는 메쉬 형태의 메탈 메쉬층, 상기 관통공에 충전되는 평탄층, 및 상기 메탈 메쉬층 및 상기 평탄층 상에 형성되는 버퍼층을 포함하는 메탈 메쉬 코팅층; 및 상기 메탈 메쉬 코팅층과 대향하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는 발광층;을 포함한다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 기판은 플렉시블 기판이다.

[0014] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 메탈 메쉬층은 Ag, APC(Ag-Pb-Cu), Au, Pt, Al, Ti, Ni, Mo, W, Ta, In, Cr, Fe, Zn, 및 Cu 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어진다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 버퍼층은 산화물층, 유기물층, 또는 질화물층이다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 버퍼층은 전자 전달이 가능하도록, ZnO, IGZO, TiO₂, GaN, 및 Nb₂O₅ 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어진다.

[0017] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 버퍼층은 전공 전달이 가능하도록, MoO₃, Cu_xO, WO₃, V₂O₅, NiO, CrO, GaN, 및 PEDOT:PSS 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어진다.

[0018] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 평탄층은 폴리머 또는 전도성 고분자로 이루어진다.

[0019] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 평탄층 내에 분산 배치되는 산화물 나노입자;를 더 포함한다.

[0020] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자에 있어서, 상기 산화물 나노입자는 TiO₂ 또는 ZnO로 이루어진다.

[0022] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.

[0024] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따르면, 기관 상의 메탈 메쉬에 산화물 또는 질화물, 유기물을 코팅함으로써, 외부광에 대한 반사특성을 개선하고, 표면이 평탄화되어 대면적 스핀 코팅 공법에 대한 수율을 향상시키며, 나아가 대기 중에 금속 전극인 메탈 메쉬가 노출되는 것을 차단하여 산화를 방지한다.

[0028] 따라서, 종래 메탈 메쉬 전극의 문제점인 모아레 현상 및 스타버스트 현상을 극복하고, 대면적의 고른 표면을 형성하며, 정공수송층 또는 전자수송층으로서의 기능성이 부과되어, 페로브스카이트 발광소자의 구조를 단순화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 종래 페로브스카이트 발광소자의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 단면도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 단면도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 버퍼층의 두께에 따른 반사도 시뮬레이션(FDTD) 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.

[0035] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 단면도이다.

[0036] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자는 기관(10), 기관(10) 상(on)에 배치되고 다수의 관통공을 구비하는 메쉬 형태의 메탈 메쉬층(21), 및 메탈 메쉬층(21)을 커버하며 관통공에 충전되는 버퍼층(23)을 포함하는 메탈 메쉬 코팅층(20), 및 메탈 메쉬 코팅층(20)과 대향하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는 발광층(30)을 포함한다.

[0038] 발광효율이 뛰어나지만 가격이 비싸고 색순도가 떨어지는 유기발광다이오드(OLED)를 대체하기 위해 페로브스카이트 발광소자(PeLED)가 개발되었다. 페로브스카이트는 태양전지의 소재로 사용되지만, 가격이 OLED에 비해 저렴하고 색순도가 훨씬 뛰어나기 때문에 디스플레이의 발광층 소재로 주목받고 있다. 종래 페로브스카이트 발광

소자는 기관, 투명전극, 정공주입층, 발광층, 전자주입층, 및 금속전극층이 순차적으로 적층된 구조로 이루어지는데, 이때 투명전극으로는 ITO가 사용된다. ITO는 광투과도 및 전도성이 높기 때문에 쉽게 다른 소재로 대체할 수 없지만, 페로브스카이트 발광소자의 정공 수송을 위한 PEDOT:PSS 층이 산성을 띄므로 ITO의 In이 녹아 버리고, ITO의 광학적·전기적 특성이 높은 열처리에 기인하기 때문에 플렉서블한 폴리머 기관에 적용이 곤란하며, 연성이 부족하여 구부러질 때에 크랙이 발생하는 문제가 있다. 이에 종래 페로브스카이트 발광소자의 문제점을 개선하기 위해서 본 발명에 따른 페로브스카이트 발광소자가 안출되었다.

[0040] 본 발명에 따른 페로브스카이트 발광소자는 기관(10), 메탈 메쉬 코팅층(20), 및 발광층(30)을 포함한다.

[0041] 여기서, 기관(10)은 그 위에 적층되는 메탈 메쉬 코팅층(20), 및 발광층(30)을 지지한다. 이때, 기관(10)은 리지드(rigid) 기관 또는 유연하게 휘어지는 플렉서블(flexible) 기관일 수 있다. 본 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 제조과정에서 고온 열처리 공정이 불필요하므로, 열에 취약한 플렉서블 기관을 사용하여, 유연한 페로브스카이트 발광소자를 구현하고, 롤투롤(Roll-to-roll) 공정 등을 통해 단시간에 대량생산할 수도 있다. 이때, 플렉서블 기관은 폴리머 기관으로서, 예를 들어, 폴리에테르술폰(PES), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리이미드(PI), 및 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN)으로 구성된 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다. 다만, 기관(10)이 반드시 플렉서블 기관에 한정되는 것도 아니므로, 글라스(glass), 및 실리콘(Si) 중 적어도 어느 하나 이상으로도 제조 가능하다.

[0043] 메탈 메쉬 코팅층(20)은 메탈 메쉬층(21), 및 버퍼층(23)을 포함한다. 여기서, 메탈 메쉬층(21)은 전도성 물질인 금속(metal)이 그물망 형태, 즉 메쉬(mesh) 형태로 상호 교차하여 형성된다. 이에, 메탈 메쉬층(21)은 그물망의 구멍처럼 다수의 관통공을 구비한다. 이러한 메탈 메쉬층(21)은 기관(10)의 일면에 금속을 격자 형태로 인쇄 또는 증착하여 형성될 수 있다. 다만, 메탈 메쉬층(21)을 형성하는 방식이 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 모든 공지의 방식을 포함한다.

[0044] 여기서, 메탈 메쉬층(21)을 구성하는 금속은 Ag, APC(Ag-Pb-Cu), Au, Pt, Al, Ti, Ni, Mo, W, Ta, In, Cr, Fe, Zn, 및 Cu 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있지만, 반드시 이에 한정되어야 하는 것은 아니다.

[0045] 이때, 금속의 폭 또는 두께는 10 nm ~ 6 μ m일 수 있다. 금속의 폭 또는 두께가 10 nm 미만일 때에는 지나치게 그 두께가 얇아서 전기 전도성이 떨어지고, 플렉서블 기관 상에서 휘어질 때 쉽게 절단될 수 있다. 반면, 금속의 폭 또는 두께가 6 μ m를 초과하면, 메탈 메쉬층(21)의 형태가 육안으로 보이기 때문에 시인성(visibility)이 문제된다. 따라서, 금속의 폭 또는 두께는 10 nm ~ 6 μ m가 바람직하다. 다만, 금속의 폭 또는 두께가 반드시 이에 한정되어야 하는 것은 아니고, 금속의 소재 및 선폭에 따라 상술한 두께 범위와 다른 범위를 가질 수도 있다. 이렇게 형성된 메탈 메쉬층(21)에는 버퍼층(23)이 코팅된다.

[0047] 버퍼층(23)은 메탈 메쉬층(21)에 코팅되어, 메탈 메쉬층(21)을 커버(cover)한다. 여기서, 버퍼층(23)은 금속 성분이 아닌 유기물층, 산화물층 또는 질화물층으로 이루어질 수 있는데, 예를 들어, ZnO, TiO₂, Nb₂O₅, NiO, MoO₃, GaN, PEDOT:PSS 등을 사용할 수 있다. 좀 더 구체적으로, 산화물층은 Ti-O, Zn-O, Ni-O, Mo-O, V-O, W-O, Mg-O, Si-O, Sn-O, Ta-O, Hf-O, Al-O, Ni-In-O, Zn-In-O, Zn-Si-O, Zn-Al-O, Zn-Mg-O, Cu-In-O, Mo-In-O, Ge-In-O, Si-In-O, Sn-In-O, Mn-In-O, Mg-In-O, Ga-In-O, Al-In-O, B-In-O, V-In-O, In-O-Cl, In-O-F, W-In-O, Ta-In-O, Hf-In-O, Re-In-O, Mg-Sn-O, Ga-Zn-In-O, Sr-V-O, Ca-V-O, 및 Ga-Sn-Zn-In-O로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 산화물로 이루어질 수 있다.

[0049] 이렇게 형성된 버퍼층(23)은 전자수송층 내지 정공수송층의 역할을 수행할 수 있다. 전자수송층으로서 전자 전달이 가능하기 위해서, 버퍼층(23)은 예를 들어, ZnO, IGZO, TiO₂, GaN, 및 Nb₂O₅ 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다. 반면, 정공수송층으로서 정공을 전달하기 위해서, 버퍼층(23)은 MoO₃, Cu_xO, WO₃, V₂O₅, NiO, CrO, GaN, 및 PEDOT:PSS 중 적어도 어느 하나 이상으로 이루어질 수 있다. 따라서, 버퍼층(23)은 ITO 프리(free)의 기능성 투명전극을 구현하고, 나아가 메탈 메쉬층(21)을 감싸면서, 금속 재질의 메탈 메쉬층(21)에서의 빛 반사 특성도 개선한다. 또한, 메탈 메쉬층(21)이 대기 중에서 산화되면 면저항이 높아지는데, 버퍼층(23)

3)이 메탈 메쉬층(21)을 커버하여, 대기와의 노출을 차단함으로써, 메탈 메쉬층(21)의 산화를 방지하는 수단이 된다.

[0051] 한편, 버퍼층(23)은 메탈 메쉬층(21)의 관통공을 충전한다. 메탈 메쉬층(21)은 관통공을 구비하므로, 그 표면의 상태가 매끄럽지 못하여 평탄도가 심하게 불량한데, 버퍼층(23)이 관통공에 충전됨으로써, 메탈 메쉬층(21)의 표면 평탄화가 개선된다. 이러한 평탄화의 개선을 통해 스핀 코팅 공법에 대한 수율을 향상시킬 수 있다. 이렇게 메탈 메쉬층(21)에 버퍼층(23)이 적층된 메탈 메쉬 코팅층(20)은 발광층(30)과 대향하여 마주보도록 배치된다.

[0053] 발광층(30)은 페로브스카이트 물질을 포함하는데, 페로브스카이트 물질은 ABX_3 구조로 이루어질 수 있다. 이때, A는 CnH_{2n+1} 의 알킬기, 및 페로브스카이트 태양전지 구조형성이 가능한 Cs, Ru 등의 무기물로부터 선택된 하나 이상의 물질이고, B는 Pb, Sn, Ti, Nb, Zr, 및 Ce으로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 물질이며, X는 할로젠 물질일 수 있다. 여기서, 발광층(30)은 메탈 메쉬 코팅층(20)과 마주보는데, 이때, 메탈 메쉬 코팅층(20)이 발광층(30) 상에 적층되거나, 또는 메탈 메쉬 코팅층(20)과 발광층(30) 사이에 다른 층이 삽입 배치될 수도 있다.

[0055] 발광층(30) 상에는 F8BT 또는 F8와 같은 전자주입층, 전자수송층, 정공주입층, 및 정공수송층 중 적어도 하나 이상(40)이 적층되고, 그 위에 금속전극(50)이 순차적으로 형성될 수 있다. 또한, 정구조 페로브스카이트 발광소자, 및 역구조 페로브스카이트 발광소자를 구현할 수도 있다. 정구조 페로브스카이트 발광소자는 버퍼층(23)이 정공수송층(정공주입층 및 전공수송층)이고, 발광층(30)과 금속전극(50) 사이에 전자수송층(전자수송층 및 전자주입층)이 배치되는 구조이다. 한편, 역구조 페로브스카이트 발광소자는 버퍼층(23)이 전자수송층(전자주입층)이고, 발광층(30) 상에 정공수송층(정공수송층 및 정공전달층)이 배치되는 구조이다.

[0057] 종합적으로, 본 발명에 따른 페로브스카이트 발광소자는 기관(10) 상의 메탈 메쉬에 산화물, 유기물, 또는 질화물을 코팅함으로써, 외부광에 대한 반사특성을 개선하고, 표면이 평탄화되어 스핀 코팅 공법에 대한 수율을 향상시키며, 나아가 대기 중에 메탈 메쉬가 노출되는 것을 차단하여 산화를 방지하는 효과가 있다.

[0059] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 단면도이다.

[0060] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 메탈 메쉬 코팅층(20)은 상기 기관(10) 상(on)에 배치되고 다수의 관통공을 구비하는 메쉬 형태의 메탈 메쉬층(21), 관통공에 충전되는 평탄층(25), 및 상기 메탈 메쉬층(21) 및 평탄층(25) 상에 형성되는 버퍼층(23)을 포함한다.

[0062] 본 실시예에 따른 메탈 메쉬 코팅층(20)은 기관(10), 메탈 메쉬층(21), 평탄층(25), 버퍼층(23)을 포함한다. 여기서, 기관(10), 및 메탈 메쉬층(21)은 본 발명의 제1 실시예에 따른 메탈 메쉬 투명전극에서의 기관(10, 도 1 참조), 및 메탈 메쉬층(21, 도 1 참조)과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략하거나 간단하게 기재하고, 차이점을 중심으로 설명한다.

[0064] 여기서, 평탄층(25)은 폴리머 또는 전도성 고분자로 이루어질 수 있다. 이때, 폴리머는 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)이고, 전도성 고분자는 PEDOT:PSS일 수 있는데, 이는 하나의 예시일 뿐, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0065] 이러한 평탄층(25)은 메탈 메쉬층(21)의 평탄화를 개선하여 대면적 스핀 코팅 공법에 대한 수율 문제를 해결할 뿐만 아니라, 굴절률이 다른 재료가 사용됨으로써 외부광에 따른 반사 특성도 개선한다.

- [0067] 버퍼층(23)은 상술한 제1 실시예에서의 버퍼층(23, 도 2 참조)과 동일한 소재 및 역할을 수행하는데, 다만 여기서의 버퍼층(23)은 메탈 메쉬층(21) 및 평탄층(25) 상에 적층되어, 메탈 메쉬층(21)과 평탄층(25)을 커버한다.
- [0069] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 메탈 메쉬 코팅층(20)은 산화물 나노입자(27)를 더 포함할 수 있다. 여기서, 산화물 나노입자(27)는 평탄층(25) 내에 분산배치되는데, 바람직하게는 전도성 고분자로 이루어진 평탄층(25) 내부에 분산된다. 이때, 산화물 나노입자(27)는 TiO_2 , 또는 ZnO 로 이루어질 수 있는데, 반드시 이에 한정되어야 하는 것은 아니다. 이러한 산화물 나노입자(27)가 평탄층(25) 내에 분산됨에 따라서, 광주입 및 광추출 효율을 개선한다.
- [0071] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 페로브스카이트 발광소자의 단면도이다.
- [0072] 도 4에 도시된 바와 같이, 발광층(30)을 사이에 두고, 메탈 메쉬 코팅층(20)과 마주보도록, 다층 구조의 투명전극이 배치될 수 있다. 여기서, 다층 구조의 투명전극(60)은 하부 산화물층(61), 금속층(63), 및 상부 산화물층(65)이 순차적으로 적층되어 형성되어, 산화물층/금속층/산화물층의 다층 구조를 이룬다. 이때, 다층 구조의 투명전극(60)은 발광층(30) 상에 직접 적층되거나, 또는 발광층(30)에 적층된 다른 층(도시되지 않음)에 형성된다.
- [0073] 여기서, 금속층(63)은 금속 박막이 배치되어 형성된다. 산화물층/금속층/산화물층 다층 구조의 투명전극은 열처리 없이도 낮은 면저항 값을 얻을 수 있다. 이때, 금속 박막은 은(Ag), 알루미늄(Al) 및 구리(Cu) 등으로 구성된 균으로부터 선택되는 적어도 하나 이상의 물질로 이루어질 수 있는데, 바람직하게는 은이 적합하다.
- [0075] 한편, 금속층(63)을 사이에 두고 배치되는 하부 및 상부 산화물층(61, 65)은 금속층(63)의 산화를 방지한다. 금속 박막(63)이 대기 중에 노출되면 산소와 접촉하여 전극 표면에 검게 산화막을 형성하여, 전기저항이 급격하게 증가하고, 접착성이 좋지 않아 쉽게 박리되거나, 패터닝 과정에서 식각액과 함께 제거되는 문제가 발생할 수 있다. 그러나 본 발명에 따르면 하부 산화물층(61)과 상부 산화물층(65) 사이에 금속층(63)이 삽입되어, 산소와의 접촉을 차단함으로써 산화를 방지하고, 접착성을 향상시킨다.
- [0076] 이러한 상부 산화물층(65) 및 하부 산화물층(61) 중에 적어도 어느 하나는 $Ti-O$, $Zn-O$, $Ni-O$, $Mo-O$, $V-O$, $W-O$, $Mg-O$, $Si-O$, $Sn-O$, $Ta-O$, $Hf-O$, $Nb-O$, $Zr-O$, $Cu-O$, $In-O$, $Al-O$, $Ni-In-O$, $Zn-In-O$, $Cu-In-O$, $Mo-In-O$, $Ge-In-O$, $Si-In-O$, $Sn-In-O$, $Mn-In-O$, $Mg-In-O$, $Ga-In-O$, $Al-In-O$, $B-In-O$, $V-In-O$, $In-O-Cl$, $In-O-F$, $W-In-O$, $Ta-In-O$, $Hf-In-O$, $Re-In-O$, $Mg-Sn-O$, $Ga-Zn-In-O$, $Sr-V-O$, $Ca-V-O$, 및 $Ga-Sn-Zn-In-O$ 으로 구성된 균으로부터 선택되는 적어도 어느 하나 이상의 산화물로 이루어질 수 있다. 이때, 상부 산화물층(65)과 하부 산화물층(61)은 서로 다른 산화물로 형성되거나, 또는 동일한 산화물로 형성될 수 있다. 따라서, 하부 및 상부 산화물층(61, 65)은 예를 들어, 각각 TiO_x 및 ZnO 중 어느 하나의 동일한 소재로 이루어지거나, 또는 어느 하나는 TiO_x 로, 다른 하나는 ZnO 로 이루어질 수도 있다. 다만, 하부 및 상부 산화물층(61, 65)이 반드시 상술한 소재로 이루어져야 하는 것은 아니고, 나아가 금속층(63)과의 굴절률 차이가 큰 산화물을 사용하여 투과도를 더욱 높일 수 있다. 이때, 하부 산화물층(61), 금속층(63), 및 상부 산화물층(65)은 스퍼터링법, 무손상 스퍼터링법(damage-free sputtering), 전자빔 증착법, 롤투롤(Roll-to-roll) 또는 연속 증발 증착법으로 형성될 수 있다.
- [0077] 한편, 상부 산화물층(65) 및 하부 산화물층(61) 중 적어도 어느 하나는 1 ~ 100 nm의 두께로 형성될 수 있다. 상부 산화물층(65)과 하부 산화물층(61)의 두께는 서로 동일할 수 있지만, 반드시 동일해야 하는 것은 아니고 상이해도 무방하다. 나아가, 두께가 반드시 1 ~ 100 nm에 한정되는 것은 아니고, 산화물의 종류 및 금속층(63)의 조건을 고려하여 변경 가능하다.
- [0079] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 버퍼층의 두께에 따른 반사도 시뮬레이션(FDTD) 그래프이다.
- [0080] 도 5에서, 외부광에 대한 반사특성이 개선되는지 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 이때, 메탈 메쉬 코팅층을 이루는 금속은 Ag으로, 그 두께를 100 nm로 고정하고, 그 위에 산화물층(IGZO)의 두께를 10 nm씩 증가시키며 반사도의 변화를 측정하였다. 그 결과, 메탈 메쉬층에 버퍼층이 형성됨에 따라 그 반사특성이 개선됨을 확인할 수

있었다.

[0082] 이상 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 이는 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

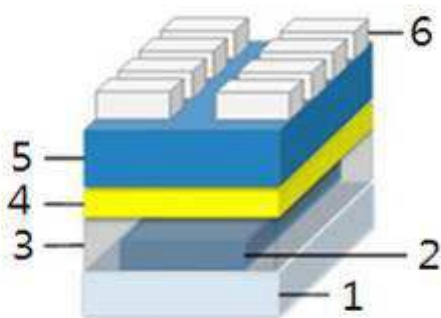
[0084] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 모두 본 발명의 영역에 속한 것으로 본 발명의 구체적인 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의하여 명확해질 것이다.

부호의 설명

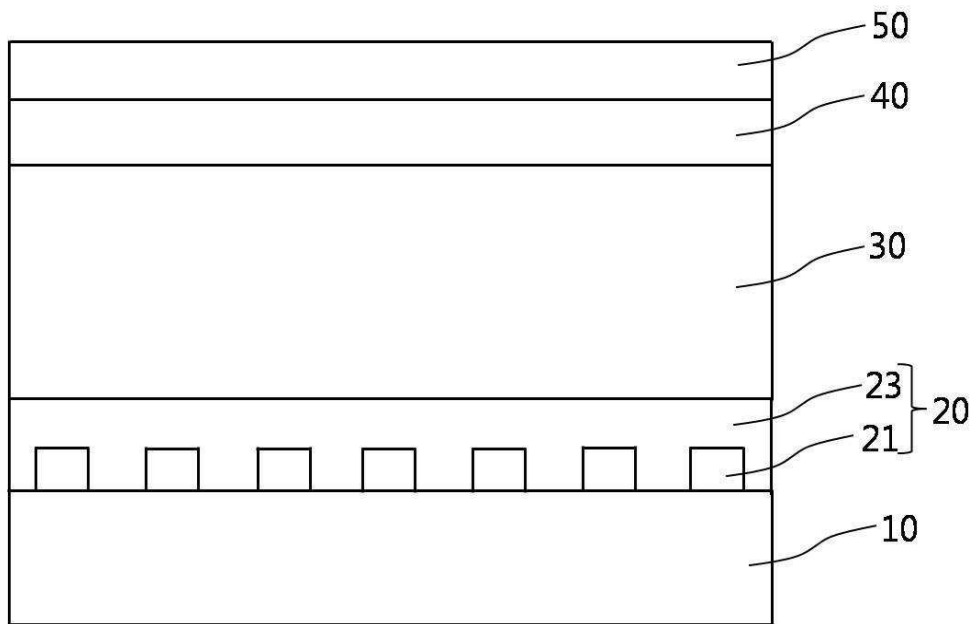
[0086] 10: 기관 20: 메탈 메쉬 코팅층
21: 메탈메쉬층 23: 버퍼층
30: 발광층

도면

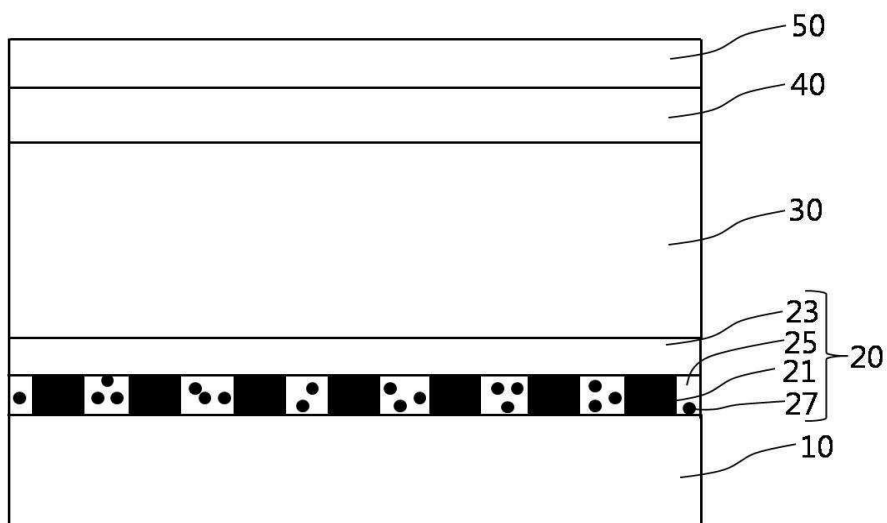
도면1



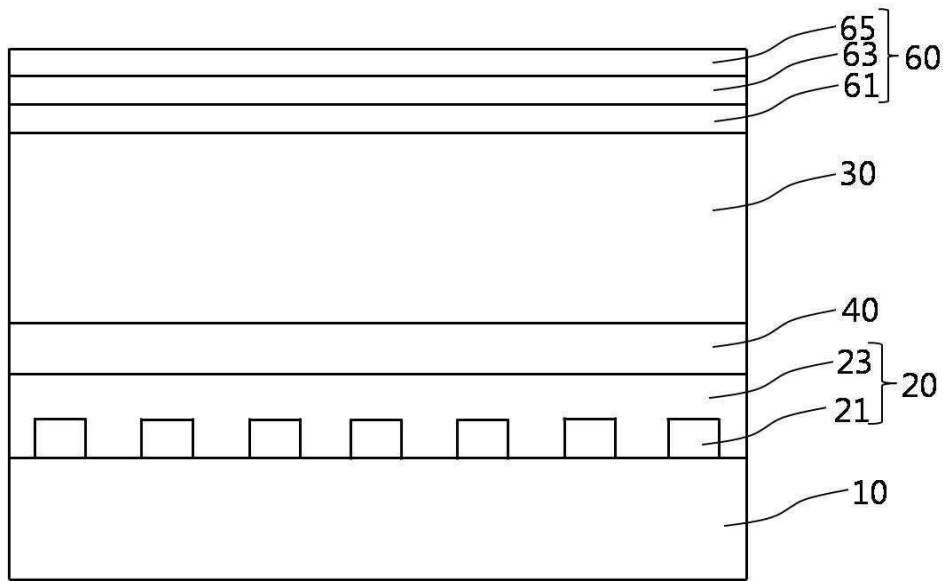
도면2



도면3



도면4



도면5

